



**Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der
Chemie**

Stöckhardt, Julius Adolph

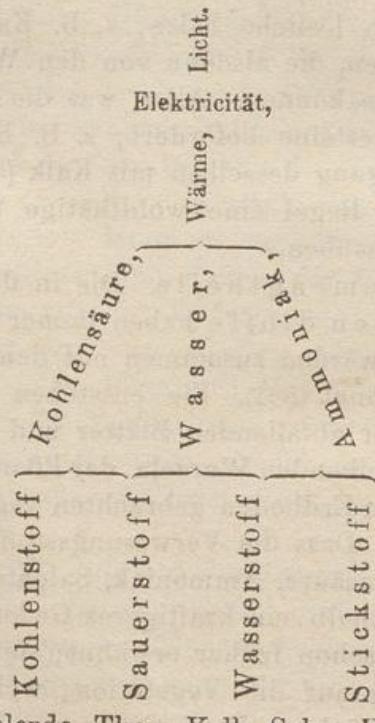
Braunschweig, 1881

Ernährung und Wachstum der Pflanzen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](#)

Gegen die Wegführung der aus den Bestandtheilen des Bodens und Düngers erzeugten löslichen Nährstoffe der Pflanzen durch den Regen wird der Boden durch seine feinerdigen Theile geschützt, welche die Fähigkeit besitzen, gewisse gelöste Basen und Säuren, insbesondere Ammoniak, Kali, Phosphorsäure und Kieselsäure, zu absorbiren und in der oberen Ackerkrume festzuhalten (376).

XXIV. Ernährung und Wachsthum der Pflanzen.



801. Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff, diese vier Elemente sind es, welche die göttliche Allmacht



als Grundsäulen für den Bau der gesammten organischen Schöpfung feststellte; aus ihnen werden, mit Beihülfe von Schwefel, Phosphor und einigen anderen unorganischen Stoffen, alle die zahllosen, wundersamen Gebilde der Thier- und Pflanzenwelt erzeugt. Ueber den inneren, chemischen Vorgang bei dieser Erzeugung wissen wir noch wenig Bestimmtes, wohl aber sind die äusseren Bedingungen, unter welchen sie erfolgt, und die Quellen, aus denen die genannten Grundstoffe entnommen werden, ziemlich genau ermittelt.

Dass die Pflanzen zu ihrer Erzeugung und Ausbildung Erdboden, Wasser, Luft, Wärme und Licht bedürfen, diese allgemeinen Bedingungen des vegetabilischen Lebens sind bekannt genug; welche einzelnen Bestandtheile aber aus der Erde, aus dem Wasser und aus der Luft von den Pflanzen aufgenommen werden und denselben als Nahrungsmittel dienen, darüber haben erst die chemischen Forschungen der neueren Zeit, und zwar insbesondere die von Liebig angestellten, ein helleres Licht verbreitet.

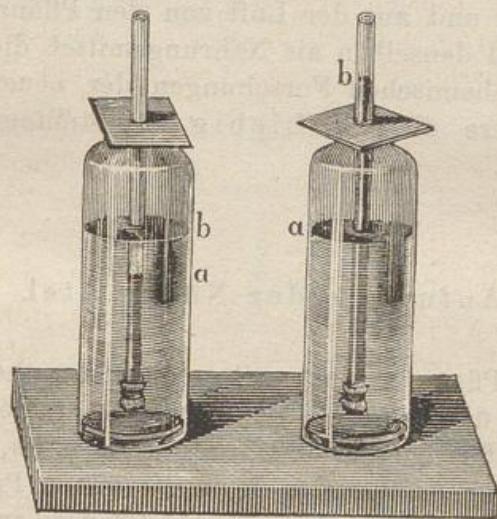
Aufnahme der Nährmittel.

802. Die Pflanzen saugen ihre Nahrung theils durch die Wurzeln, theils durch die Blätter ein; es folgt hieraus, dass dieselbe entweder flüssig oder luftförmig sein muss, denn nur in diesen beiden Formen vermag sie in die feinen Poren der Wurzelfasern und Blätter einzudringen. Die Pflanzen empfangen ihren Wasserstoff und Sauerstoff von dem Wasser, ihren Kohlenstoff von der Kohlensäure, ihren Stickstoff vom Ammoniak oder der Salpetersäure, ihre unorganischen Bestandtheile hauptsächlich aus der Erde. Wasser, Kohlensäure, Ammoniak (Salpetersäure) und eine geringe Anzahl von unorganischen Salzen sind hiernach als die Nahrungsmittel der Pflanzen anzusehen. In vielem Wasser gelöst dringen diese durch die feinen Saugwurzeln in die Pflanze und steigen hier mit den organischen Stoffen, welche die Pflanze aus ihnen erzeugt, als sogenannter Saft oder Vegetationswasser in alle Theile der letzteren, um deren Ernährung und Wachsthum zu bewirken.

47*

Endosmose. Welche Kraft es ist, die das Wasser sammt den gelösten Stoffen in die Wurzeln und aus diesen, oft 100 und mehr Fuss, wie bei den Bäumen, bis in deren Gipfel treibt, darüber ist man noch nicht im Klaren. Früher schrieb man dieses „Saftsteigen“ und Circuliren der Capillarität (115) zu, welche durch die feinen Zellen und Gefässe der Pflanzen hervorgerufen werden sollte. Jetzt aber hält man dafür, dass es hauptsächlich in Folge einer besonderen physikalischen Kraft, der sogenannten endosmotischen, vor sich gehe, deren Wirken der folgende kleine Apparat klarer machen wird.

Versuch. Man verbinde eine an beiden Seiten offene, etwa 15 Centim. lange und 1 Centim. weite Glasröhre auf der einen Fig. 205.



Seite mit einem Stückchen Blase (oder Pergamentpapier), die man erst angefeuchtet und durch Reiben geschmeidig gemacht hat, stecke diese Röhre durch ein durchlöchertes Blatt Pappe und hänge sie nun in ein Opodeldocgläschen, das ziemlich mit Wasser angefüllt ist, so tief ein, dass noch ein Querfinger Platz zwischen der Röhre und dem Boden des Gläschens bleibt. Füllt man jetzt die Röhre auch bis zu gleicher Höhe mit dem äusseren Niveau mit Wasser, und setzt man dem Wasser in der Röhre einige Körner Kochsalz zu, so sieht man dasselbe nach kurzer Zeit sich über den Stand des Wassers in dem Glase (Nr. 2) erheben: es steigt in die Höhe. Es dringt also aus dem äusseren Ge-

fasse Wasser durch die Blase hindurch zu dem Salzwasser der Röhre.

Setzt man dem Wasser im Glase gleichfalls und so viel Kochsalz zu, dass sein Salzgehalt dem in der Röhre vollkommen gleich ist, so zeigt sich keine Niveauänderung. Bringt man dagegen in das Wasser des Glases so viel Salz, dass die Salzlösung in ihm stärker wird als die der Röhre, so sinkt die Flüssigkeit in der Röhre, während die im äusseren Glase (Nro. 1) enthaltene steigt. Man hat diese Durchschwitzung des Brunnenwassers zum Salzwasser und des salzarmen Wassers zu dem salzreicherem Endosmose oder endosmotische Kraft genannt, und ihr Wirken äussert sich mit solcher Stärke, dass in Folge davon Wasser durch die Blase, die sonst kein Wasser durchlässt, hindurchgepresst wird (diffundirt). Diesem Streben nach Ausgleichung unterliegen auch Lösungen von anderen Salzen, von Zucker etc., ja auch verschiedene Flüssigkeiten, z. B. Weingeist und Wasser etc.

Saftbewegung. Aehnlich, wie hier die thierische Haut oder Membran wirkt, soll nun auch die feine vegetabilische Membran (Cellulose) wirken, aus welcher die Zellenwände der Pflanze bestehen. Die Blätter verdunsten immer Wasser, daher muss der Saft hier concentrirter oder dichter werden, es wird also Endosmose von dem dünneren Safte der unteren Zelle zur oberen stattfinden, der seinerseits nun dichter wird und dadurch der zweituntersten Wasser entzieht, und so herab bis zur Wurzel oder vielmehr bis zur Feuchtigkeit des Bodens. Hiernach würde also der Saft der Pflanzen durch die endosmotische Kraft von der Wurzel an von Zelle zu Zelle gehoben werden, bis er zu dem Gipfel gelangt ist. Alle Erscheinungen des Saftsteigens lassen sich jedoch durch das alleinige Wirken dieser Ausgleichungskraft noch nicht erklären (s. auch Dialyse S. 526).

Wasser als Nährmittel.

803. Das Wasser versorgt die Pflanzen mit Sauerstoff und Wasserstoff. Die Pflanzen saugen es als Flüssigkeit durch die Wurzeln aus der Erde ein, welche durch Regen, Schnee, Thau und Nebel damit getränkt wird. Ausser-

dem ist das Wasser auch insofern unentbehrlich für die Pflanzen, als es durch seine flüssige Beschaffenheit die Bildung der festen Pflanzenteile vermittelt, denn der durch Wasser flüssig gemachte Saft ist es, aus dem sich alle festen Bestandtheile der Pflanzen entwickeln. Auch die zum Aufbau ihres Körpers nöthigen mineralischen Nährstoffe werden den Pflanzen in der Form sehr verdünnter Lösungen zugeführt, welche sich in dem Boden durch die Einwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers auf die Mineralstoffe erzeugen. Ebenso bringen die atmosphärischen Niederschläge die in der Luft enthaltenen pflanzennährenden Verbindungen, als: kohlensaures Ammoniak, salpetrigsaures Ammoniak, Kochsalz etc. auf den Boden herab, welcher sie ebenfalls den Pflanzenwurzeln zuführt.

Kohlensäure als Nährmittel.

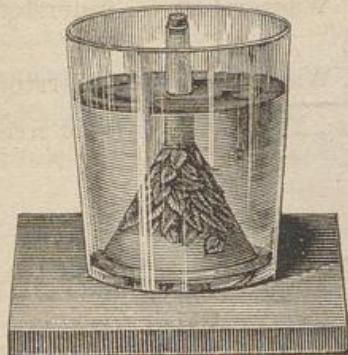
804. Die Kohlensäure versorgt die Pflanzen mit Kohlenstoff. Sie wird hauptsächlich durch die Blätter aus der Luft, die unaufhörlich durch den Verbrennungs-, Verwesungs- und Athmungsprocess neuen Zuwachs daran erhält, eingesogen. Ausserdem finden auch die Wurzeln der Pflanzen in jedem Boden, welcher Humus enthält, Kohlensäure, denn der Humus besteht aus verwesten, d. h. in Kohlensäure und Wasser sich zersetzenden organischen Stoffen (585). Aus dieser beschränkten Quelle schöpfen die jungen Pflanzen insbesondere ihre Nahrung, bevor sie Blätter genug haben, um durch diese sich die Kohlensäure aus dem unbeschränkten Luftmeere anzueignen. Welche Verwandlung die letztere in der lebenden Pflanze erfährt, werden folgende Versuche zeigen:

Zersetzung der Kohlensäure. *Versuch.* Man fülle einen Glastrichter mit frischen Blättern irgend einer Pflanze an und stelle ihn verkehrt in ein mit Wasser gefülltes weites Glas, so dass er ganz mit Wasser bedeckt wird. Nun verstopft man die obere Oeffnung mit einem Ppropfen, saugt mit einer Glasmöhre einen Theil des äusseren Wassers heraus und stellt das Gefäss in die Sonne: aus den Blättern werden bald Luftbläschen in die Höhe steigen und sich in der Röhre des Trichters ansammeln.



Ist das Wasser innerhalb des Trichters so weit herabgedrängt, dass es mit dem äusseren Wasser gleich hoch steht, so öffnet

Fig. 206.



stoff wird frei und entweicht, im Kohlenstoff aber bleibt in den Pflanzen zurück. Die Pflanzen athmen Kohlensäure ein und im Lichte Sauerstoff aus.

Versuch. Man wiederhole den Versuch mit der Abänderung, dass man die Blätter, statt mit gewöhnlichem Wasser, mit Selterswasser übergiesst; in diesem befindet sich eine reichlichere Menge von Kohlensäure, und die Folge davon ist, dass die Entwicklung von Sauerstoffgas rascher vor sich geht und länger andauert.

805. Bildung stickstofffreier Pflanzenstoffe. Die Hauptmasse der Pflanzen besteht aus dreielementigen Stoffen, nämlich aus Pflanzenfaser, Stärke, Gummi, Schleim, Zucker etc.; alle diese Stoffe können aus Kohlensäure (CO_2) und Wasser (HO) erzeugt werden, wenn die Elemente des Wassers sich mit dem Kohlenstoff der Kohlensäure chemisch verbinden. Geschieht dies, so muss nothwendigerweise der Sauerstoff der letzteren in Freiheit gesetzt werden.

Aus

Kohlsäure = Kohlenstoff, Sauerstoff,
 und Wasser = Wasserstoff, Sauerstoff,
 entsteht: $\underbrace{\text{Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff}}_{\text{Pflanzenfaser, Stärke, Zucker, Oele etc.}} + \text{Sauerstoff.}$ (wird frei).

Es ist auch wohl möglich, dass die Elemente der Kohlensäure sich mit dem Wasserstoff des Wassers verbinden, und dass

demnach der freiwerdende Sauerstoff aus dem Wasser stammt; der chemische Vorgang würde dann zwar ein anderer, der Erfolg aber doch genau derselbe sein, wie eben angegeben. Aus Wasser = Wasserstoff, Sauerstoff, u. Kohlensäure = Kohlenstoff, Sauerstoff, entsteht: $\underbrace{\text{Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff}}_{\text{Pflanzenfaser, Stärke, Schleim, Zucker etc.}} + \text{Sauerstoff.}$ (wird frei).

Ammoniak und Salpetersäure als Nährmittel.

806. Ammoniak und Salpetersäure versorgen die Pflanzen mit Stickstoff. Wenn Thier- und Pflanzenstoffe verweseln, so bildet sich aus dem Stickstoff derselben zunächst Ammoniak (NH_3), aus ihrem Kohlenstoff Kohlensäure, diese beiden Producte der Verwesung vereinigen sich mit einander zu einem flüchtigen Salze, welches in die Luft entweicht. Ausserdem gelangt auch noch durch den Verbrennungs- und Verdunstungsprocess salpetrigsaures Ammoniak in diese, denn neuere Untersuchungen haben nachgewiesen, dass kleine Mengen von dieser Verbindung bei den angegebenen Processen aus dem Stickstoff der atmosphärischen Luft und den Bestandtheilen des Wassers sich erzeugen. Aus der Luft werden diese Stickstoffverbindungen zum Theil durch die Pflanzen selbst ausgezogen, zum Theil durch den Lehm oder Thon (369) und den Humus des Erdbodens (585), zum Theil durch den Thau, Regen und Schnee wieder verdichtet und zur Erde zurückgeführt und dann mit dem Wasser von den Pflanzen aufgenommen. Verwesene organische Stoffe in der Erde an Orten, wo Pflanzen wachsen, so kann das erzeugte Ammoniak, oder auch die durch Oxydation daraus sich bildende Salpetersäure (NO_3), natürlich unmittelbar nach deren Entstehung von den Wurzeln derselben absorbirt werden.

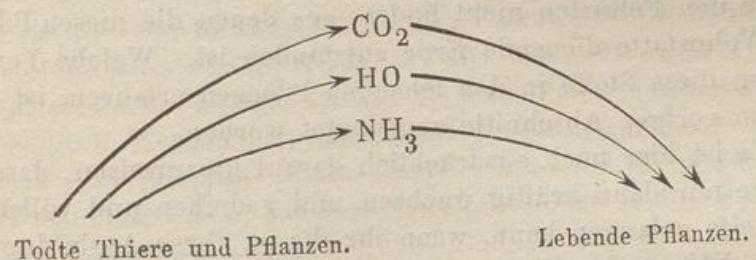
807. Bildung stickstoffhaltiger Pflanzenstoffe. Auf welche Weise die Umwandlung (Assimilation) der stickstoffhaltigen Nährstoffe in Pflanzenstoffe erfolgt, ist noch nicht bekannt. Nimmt man das Ammoniak als den Stickstofflieferanten für die



Pflanzen an, so kann man sich die Bildung der stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben ganz im Allgemeinen etwa in folgender Weise vorstellen. Aus

Kohlensäure = Kohlenst., Sauerst.,
 Wasser = Wasserst., Sauerst.,
 Ammoniak = Stickst., Wasserst.,
 können } Stickst., Wasserst., Sauerst., Kohlenst. + Sauerst.
 entstehen: } Eiweiss, Kleber, Casein, organ. Basen etc. (wird frei).

Kohlensäure, Wasser und Ammoniak enthalten hier-nach in ihren Elementen die wesentlichsten Bestandtheile zur Bildung aller Pflanzenteile (Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff



und Stickstoff). Bei der Verwesung und Fäulniss werden die Thier- und Pflanzenstoffe in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak zersetzt. Was uns Vernichtung zu sein scheint, ist aber nur Verwandlung; nur die Gestalt vergeht, die Stoffe selbst sind unveränderlich. Aus den ekelregenden Verwesungsstoffen entstehen wieder die lebensfrischen Wunder der Pflanzenwelt.

Mineralstoffe als Nährmittel.

808. Durch den Erdboden und das Wasser werden die Pflanzen mit den nöthigen unorganischen Stoffen versorgt. Unsere Ackererde ist in beständiger Umsetzung begriffen; die darin enthaltenen organischen Stoffe verwesen, die unorganischen verwittern. Durch den letztgedachten Process entstehen immer aus unlöslichen Gesteinen lösliche Salze, welche nun von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden können. Die Verwitterung findet aber auch im Innern unserer

Erdrinde Statt, und zwar überall, wo Luft und Wasser zu den Gesteinmassen dringen können. Die hierbei löslich gewordenen Stoffe werden von dem Regenwasser aufgenommen und bilden die Salze unseres gewöhnlichen Quell- und Flusswassers; auch aus diesem können demnach die Pflanzen an vielen Orten unorganische Stoffe aufnehmen. Endlich finden sich auch in der Luft immer unorganische Stoffe, welche durch Verdampfung, insbesondere aus dem Meere, wie durch die Gewalt der Winde in dieselbe gelangen und sich mit ihr über die ganze Erde verbreiten. Durch Regen, Thau, Schnee etc. werden diese der Erde wieder zugeführt, und es kann hiernach nicht Wunder nehmen, dass wir oft Salze (z. B. Kochsalz etc.) in Pflanzen antreffen, die wir in den Felsarten nicht finden, aus denen die diesen Pflanzen zur Wohnstätte dienende Erde entstanden ist. Welche Veränderungen diese Stoffe in den lebenden Pflanzen erfahren, ist schon in dem vorigen Abschnitte angedeutet worden.

Es ist hier noch ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass eine Pflanze nur dann kräftig wachsen und gedeihen und vollständig zur Reife gelangen kann, wenn ihr die zu ihrer Ausbildung nöthigen Nährstoffe alle zusammen dargeboten werden. Wie das Leben des Menschen aufhört, wenn ihm nur eine einzige der zu seinem Fortbestehen nöthigen Bedingungen, z. B. die Luft (Sauerstoff) oder das Wasser, entzogen wird; wie ein Uhrwerk still steht, wenn nur ein einziges Rädchen daraus weggenommen wird, so wird auch die vollkommene Entwicklung einer Pflanze gehemmt, wenn ihr eins der erforderlichen Nahrungsmittel fehlt.

Erhöhung des Pflanzenwachsthums.

809. Düngung. Geben wir einem Thiere reichliches und kräftiges Futter, so wird es kräftig und feist; bei dürftigem und wenig nahrhaftem Futter bleibt es dürftig und mager. Gerade so verhält es sich auch mit den Pflanzen. Finden sich alle die Stoffe, welche sie zu ihrer Ausbildung brauchen, vollauf und in assimilirbarer Verbindung in dem Erdboden und der Luft, so werden sie kräftiger emporwachsen und mehr Zweige, Blätter, Blüthen und Früchte treiben, als wenn sie diese Stoffe, oder auch nur einen davon, nicht in hinlänglicher Menge antreffen. Das

Mittel, um unseren Feldern und Wiesen den grössten Ertrag abzugeinnen, besteht also darin, den Pflanzen, die darauf cultivirt werden sollen, alle erforderlichen Nährstoffe in hinreichender Menge und aufnehmbarer Form darzubieten. Wir thun dies durch die Düngung des Bodens.

810. Organische Stoffe als Düngemittel. Dass es den Pflanzen an den drei allgemeinen Nahrungsmitteln: an Wasser, Kohlensäure und Ammoniak, nicht fehle, dafür sorgt die Natur durch Regen und Thau, durch Verwesung und Fäulniss, und auch der Mensch trägt, ohne es gerade zu beabsichtigen, das Seinige dazu bei durch Athmen und Verbrennen. Von der Kohlensäure enthält die Luft einen unerschöpflichen Vorrath, da die Processe, durch welche sie erzeugt wird, auf der Erde nie eine Unterbrechung erleiden. Ebenso enthält sie auch stets, obwohl wesentlich geringere Mengen von kohlensaurem und salpetrigsaurem Ammoniak. Sie, die Luft allein, reicht demnach zur Versorgung der wildwachsenden Pflanzen mit Kohlenstoff und Stickstoff hin und es kann ein mässiges Wachsthum derselben stattfinden, wenn dieselben durch den Boden noch mit Wasser und den erforderlichen Mineralstoffen versorgt werden. Wie aber ein Bau schneller fortschreitet, wenn von mehren Seiten zu gleicher Zeit daran gearbeitet wird, so erfolgt auch das Wachsthum einer Pflanze schneller und reichlicher, wenn sie von mehren Seiten her, nicht nur durch die Blätter, sondern zu gleicher Zeit auch durch die Wurzeln, Nahrung aufnehmen kann. Alle Pflanzen- und Thierstoffe werden bei ihrer Verwesung in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak oder Salpetersäure umgewandelt; es erscheint daher ganz natürlich, dass solche Substanzen, wenn sie in feuchter Erde verwesen, das Wachsthum der in diese Erde gesäeten Pflanzen befördern und dass humusreicher Boden in der Regel fruchtbarer ist als humusarmer, zumal der Humus zugleich die physische Beschaffenheit des Bodens verbessert und gleichzeitig die Lösung der Mineralstoffe befördert. Hierdurch erklärt sich, aber nur zum Theil, der wohlthätige Einfluss, den die allgemein gebräuchlichen thierischen und vegetabilischen Düngerarten, z. B. Mist etc., wie die aus diesen entstehenden sogenannten humusartigen Stoffe auf die Vegetation ausüben. Unter den Bestandtheilen der letzteren hat der Stick-

stoff für die landwirthschaftliche Praxis eine überwiegende Wichtigkeit, da er es insbesondere ist, welcher dem Urin, den Hornspänen, dem Peruguano und den Ammoniak- und salpetersauren Salzen die sogenannte treibende Kraft ertheilt. Die assimilirbaren Stickstoffverbindungen genügen zu einem mässigen Wachsthum, zu einem verstärkten, wie es der Landwirth wünscht, ist eine Vermehrung derselben im Boden nothwendig.

811. Unorganische Stoffe als Düngemittel. Die Aufnahme dieser allgemeinen Nahrungsmittel und ihre Umbildung in organische Stoffe durch die Lebensthätigkeit der Pflanzen kann aber, wie schon erwähnt, nur unter Beihülfe von unorganischen Salzen erfolgen. Fehlen diese in einem Boden, so kann der darein gestreute Same wohl keimen und einige Zeit wachsen, weil er selbst eine gewisse Menge derjenigen unorganischen Stoffe in sich trägt, welche die aus ihm erwachsende Pflanze zu ihrem Gedeihen braucht; allein das Wachsen wird aufhören, wenn diese Stoffe zur Bildung der jungen Pflanze verbraucht sind. Die Natur sorgt nun zwar auch dafür, dass sich in der Erde durch die allmälig fortschreitende Verwitterung auflösliche Stoffe bilden; diese reichen aber nicht hin, um Jahr aus Jahr ein reiche Ernten von einem Acker zu erzielen, und es ist daher unerlässlich, sie dem letzteren künstlich beizumengen, wenn seine Tragkraft nicht abnehmen soll. Dies geschieht entweder direct durch solche mineralische Stoffe, welche Phosphorsäure, Kalk, Kali etc. enthalten, z. B. durch Knochen, Superphosphat, Kalk, Mergel, Kalisalze, Holzasche, Kochsalz, bei dem Wässern der Wiesen durch das Wasser etc.; oder indirect durch die in den meisten Düngerarten enthaltenen Salze (Kali im Urin, Phosphorsäure und Kalk im festen Mist etc.). In diesen unorganischen Stoffen liegt die zweite Wirkungsweise der thierischen und vegetabilischen Düngerarten. Unter den Bestandtheilen derselben hat die Phosphorsäure für die landwirthschaftliche Praxis eine besondere Wichtigkeit, da zur Samenbildung immer grössere Mengen davon erforderlich sind und der Landwirth hauptsächlich Samen exportirt.

Fruchtwchsel. Da die verschiedenen Pflanzenarten verschiedene Mengen von unorganischen Stoffen zu ihrer Ernährung bedürfen, manche z. B. hauptsächlich Kalisalze, andere



Kalksalze, noch andere phosphorsaure oder kieselsaure Salze: so ist es vortheilhaft, beim Anbau der Culturpflanzen eine solche Abwechselung (Fruchtwechsel) eintreten zu lassen, dass auf eine Kalipflanze eine Kalkpflanze, auf diese eine Kiesel-pflanze etc. folgt. Hierdurch wird es möglich, einem für eine gewisse Pflanzengattung erschöpften Felde noch eine zweite oder dritte gute Ernte von einer anderen Fruchtart abzugewinnen, ohne ihm jedesmal eine frische Düngung zu geben.

Rückblick auf die Pflanzenstoffe überhaupt.

1) So lange eine Pflanze lebt, findet in ihr eine unaufhörliche Bewegung und eine unaufhörliche Aufnahme, Veränderung und Abgabe von gewissen luftförmigen und flüssigen Stoffen statt. Fehlen diese Stoffe der Pflanze, so hört ihr Wachsthum und Leben auf; wir betrachten sie deshalb als Nahrungsmittel für die Pflanzen.

2) Diese Nahrungsmittel der Pflanzen gehören sämmtlich zu den unorganischen Verbindungen, sie bestehen:

- a) aus einer Wasserstoff- und Sauerstoffverbindung (Wasser),
- b) aus einer Kohlenstoff- und Sauerstoffverbindung (Kohlen-säure),
- c) aus einer Stickstoff- und Wasserstoffverbindung (Ammo-niak), oder einer Stickstoff- und Sauerstoffverbindung (Salpetersäure),
- d) aus unorganischen Säuren und Basen (Salzen).

3) Aus diesen Stoffen bilden sich auf eine uns noch unbekannte Weise die Säfte der Pflanzen, und aus diesen die einzelnen Pflanzentheile (Organe) nebst den unzähligen Pflanzen-stoffen, die wir darin antreffen.

4) Die Pflanzenstoffe und die daraus dargestellten chemischen Verbindungen sind in ihrer Gesammtheit noch nicht so genau